Aus dem Reserve-Lazarett Schweidnitz.

Die Bluttransfusion

unter besonderer Berücksichtigung militärärztlicher Erfordernisse

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung des Doktorgrades in der gesamten Medizin

verfaßt und einer

Hohen Medizinischen Fakultät

der Universität Breslau

vorgelegt von

Friedrich Oeffinger

Unterarzt des Heeres

Breslau 1940

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg.

Dekan: Prof. Dr. Gottron.

Referent: Doz. Dr. Hesse.

Tag der mündlichen Prüfung: 18. September 1940.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

„Das beste Mittel des Blutersatzes ist die Bluttransfusion." Dieser Kardinalsatz von F r a n z, dessen Bedeutung während der letzten zwei Jahrzehnte von immer weiteren Kreisen der Ärzteschaft erkannt und in die Tat umgesetzt worden ist, hat in unseren Tagen zweifellos den Höhepunkt seines Sinnes erreicht.

Selbst wenn wir die Weiterentwicklung des Wissens und der Technik in den einzelnen Disziplinen der Medizin zum Vergleich heranziehen, so ist es doch sicher vor allem die Bluttransfusion, die es uns heute ermöglicht, so vielen sonst dem Tode geweihten Soldaten das Leben zu erhalten. Auf dieser Erkenntnis fußend haben sich in den letzten Jahren, besonders während des spanischen Bürgerkrieges und im Anschluß daran, die verantwortlichen Kreise mit den besten, d. h. für den Kriegsfall raschesten und gleichzeitig sichersten Methoden der Blutgruppenbestimmung, der Bluttransfusion, der Blutzusatz- und Ersatzmittel beschäftigt und die geeignetsten Methoden und Apparate bzw. Präparate entwickelt und teilweise an Versuchsreihen ihre Wirksamkeit erprobt.

Während im österreichisch-preußischen Krieg 1866 im Ganzen vier Bluttransfusionen ausgeführt wurden, die alle ohne Erfolg waren, wurde sie im Kriege 1870/71 bereits 37mal mit Erfolg angewandt, wovon allerdings nur 19 Transfusionen auf Verwundete entfallen. Jedoch wurde damals bereits die Notwendigkeit erkannt, die Ausführung der Bluttransfusion möglichst in vordere Linien zu verlegen und so regte E c k e r t an, daß vor dem Kampf die Halsschlagader eines Schafes freigelegt und das Lamm auf dem Tornister befördert werden soll, um damit für die Transfusion auf dem Schlachtfeld die nötigen Vorbereitungen getroffen zu haben.

Auch im Weltkrieg bestand bei der deutschen Armee noch keine einheitliche Anwendung der Bluttransfusion (Bl.T.), die von den Alliierten mehr ausgeführt wurde, welche die Bl.T. allmählich vom Kriegs- und Feldlazarett auf den Truppen- und Hauptverbandsplatz vorverlegten.

Heute sind unsere vordersten Sanitäts-Einheiten mit Bluttransfusionsgeräten ausgerüstet und jeder Soldat hat seine Blutgruppe auf der Erkennungsmarke und im Soldbuch vermerkt.

So sind über 70 Jahre vergangen seit den ersten ergebnislosen Bluttransfusionen während eines Krieges bis zur allgemeinen Einführung der Blutgruppenbestimmung im Heer und damit zur weitesten Möglichkeit der Erhaltung des Lebens des verwundeten oder erkrankten Soldaten im Rahmen der Bl.T. Zahlen sprechen immer am Klarsten und wir sind erschüttert, wenn wir in dem Bericht von Sandel lesen, daß im Kriege 1870—71 62% der gefallenen Soldaten den Verblutungstod starben und dankbar zugleich, daß wir heute das Mittel besitzen, dieser Todesart in weitem Maße Einhalt zu gebieten.

Zwei Punkte waren es vor allem, welche die Entwicklung der Bl.T. so lange Zeit hemmten:

1. die Haemolyse,
2. die Gerinnbarkeit des Blutes.

Die Haemolyse war es hauptsächlich, die das wechselvolle Auf und Ab der Anwendung bedingte und ihre Brauchbarkeit oft in Frage stellte.

Hier sei ein kurzer Rückblick gestattet. 1874 fand L a n d o i s, daß sich die roten Blutkörperchen einer Tierart durch Serum einer andern Tierart zusammenballen und auflösen, daß also Haemolyse nur bei einer Verschiedenheit der Art, aber nicht bei derselben Art auftritt. Demgegenüber wurde bald nach der Jahrhundertwende beobachtet, daß auch bei derselben Art, also auch bei der Bl.T. beim Menschen, in manchen Fällen Haemolyse auftritt. Aber erst die bahnbrechende Entdeckung L a n d s t e i n e r s brachte endgültige Klarheit. Er wies nach, daß sich im menschlichen Blutserum solche Eigenschaften finden, die artgleiche, aber körperfremde rote Blutkörperchen auflösen (haemolysieren) und zusammenballen (agglutinieren). Er nannte sie Isohyaemolysine und Isoagglutinine. Weitere Untersuchungen ergaben eine Gesetzmäßigkeit im Verhalten dieser Stoffe, insofern, als die auflösende Wirksamkeit des menschlichen Serums, wie die Zusammenballung unveränderte, physiologische Eigenschaften des Blutes sind. Diese Gesetzmäßigkeit führte zur Einteilung des

menschlichen Serums in vier verschiedene Blutgruppen, die 1921 endgültig mit den großen lateinischen Buchstaben 0, A, B und AB bezeichnet wurden.

Zu einer dieser vier Blutgruppen gehört jeder Mensch; eine Änderung während des Lebens kommt nicht vor.

Hier soll auf die Ausführung der Bl.T. vorgegriffen und die von O e h l e c k e r vor jeder Bluttransfusion geforderte biologische Vorprobe erwähnt werden.

Ehe die Blutgruppenbestimmung vor der Bl.T. in die Praxis eingeführt wurde, bemerkte O e h l e c k e r, daß die klinischen Erscheinungen der Haemolyse bereits in den ersten 1—2 Minuten der Bl.T. auftraten. Er schreibt in seinem Buch über die Bl.T.: „Ich habe seinerzeit allein mit der biologischen Vorprobe alle wirklichen Gefahren der Haemolyse gemeistert". Und so fordert er, daß jeder Bl.T. die biologische Vorprobe voranzugehen hat, in dem 5—20 ccm Blut langsam transfundiert werden, um danach die Transfusion für 1—2 Minuten zu unterbrechen. Treten in dieser Zeit Zeichen der Haemolyse auf, wie Unruhe, tiefere Atmung, Herzbeklemmungen, Schweißausbruch, Kleinerwerden des Pulses, so ist die Bl.T. abzusetzen und die Blutgruppenbestimmung zu wiederholen. Oehlecker's Forderung, die in die Ärzteschaft weitgehendst Eingang gefunden hat, ist durchaus berechtigt, denn es sind aus der Literatur genügend Fälle bekannt, bei denen es im Anschluß an rasche Transfusion zu schwersten Reaktionen, ja in einzelnen Fällen zum Exitus kam, während durch die nochmalige Nachprüfung der Blutgruppe bei positiver biologischer Probe sicher schon viele Kranke vor Schaden bewahrt worden sind.

Erscheinungen, wie manchmal mit Schüttelfrösten einhergehende Temperaturanstiege, die gelegentlich im Anschluß an eine sonst glatt verlaufene Transfusion auftreten, haben mit Haemolyse, die sofort klinische Erscheinungen macht, nichts zu tun. Diese Späterscheinungen sind auf das mit den roten Blutkörperchen transfundierte Spenderplasma zurückzuführen, das in diesen Fällen nicht gut vertragen wird.

Es würde über den Rahmen meines Themas hinausführen, all die Methoden, die zur Blutgruppenbestimmung angewandt wurden,

oder jetzt noch in Laboratoriumsuntersuchungen angewandt werden, anzuführen.

Das wesentliche Erfordernis jeder Methode ist ihre Zuverlässigkeit. Der Militärarzt an der Front muß sich unbedingt auf das in der Heimat gefundene Ergebnis verlassen können, denn er hat bei dem großen Anfall von Verwundeten nach einer Kampfhandlung sicher keine Zeit, die Blutgruppe des Verwundeten und des zur Blutspende bereiten Kameraden nachzuprüfen. Zu dieser Sicherheit der Blutgruppenfeststellung gehört auch die sofortige einwandfreie Festlegung der gefundenen Blutgruppe in Soldbuch und Erkennungsmarke. Es wird hier bei den Ersatztruppenteilen so gehandhabt, daß der die Blutgruppe bestimmende Arzt das Ergebnis sofort mit roter Tinte in die dafür vorgesehene Rubrik im Soldbuch einträgt.

Als Zweites ist eine Methode zu fordern, die einfach und dadurch gleichzeitig schnell ist. Bei den vielen Hunderten von Blutgruppenbestimmungen, die in kurzen Abständen bei den Neueinstellungen vorgenommen werden, ist die Notwendigkeint der schnellen Bestimmung unerläßlich. Und gewiß wird dadurch die Genauigkeit der Bestimmung nicht beeinträchtigt, denn durch einen flüssigen Untersuchungsgang wird die absolute Sicherheit der Untersuchung ja nur erhöht.

All diese Forderungen erfüllt ausschließlich die sogenannte Objektträgermethode nach M o s s - L e e - V i n c e n t. Es wird dabei die Blutgruppe so bestimmt, daß die von dem zu Untersuchenden stammenden Blutkörperchen unbekannter Blutgruppenzugehörigkeit mit bekannten Blutseren geprüft werden.

Von Anbeginn wurde bei den Massenuntersuchungen auf die Durchführung der kreuzweisen Untersuchung, bei der als unbekannter Faktor das Blutserum des zu Untersuchenden mit Blutkörperchen einer bekannten Blutgruppe ausgetestet wird, verzichtet. Dieser doppelte Untersuchungsgang würde ein Vielfaches an Zeit erfordern, eine Unmöglichkeit bei den zahllosen Untersuchungen im Heer. Und vor allem besteht die durch die kreuzweise Untersuchung erzielte doppelte Sicherheit im Ergebnis eigentlich nur theoretisch. Denn lesen wir die einzelnen Untersuchungsergebnisse bei nur mit der Objektträgermethode ausgeführten Blutgruppenbestimmungen nach, so wird einheitlich der Prozentsatz an Fehlbe-

stimmungen mit ein bis zwei Prozent angegeben. Von der hygienischen Abteilung des Sanitätsamtes der Marinestation der Ostsee, Kiel, werden von 2371 Blutgruppenbestimmungen nur 0,73% Fehlbestimmungen angegeben. Da es natürlich nicht möglich ist, die Ergebnisse sämtlich im Laboratorium nachzuprüfen, handelt es sich bei den Fehlbestimmungen lediglich um die von dem Arzt festgestellte und gleichzeitig festgelegte Blutgruppe, obwohl die Reaktion nicht eindeutig war und Zweifel an der Blutgruppenzugehörigkeit auftreten konnten. Selbstverständlich dürfen diese Blutgruppenbestimmungen nicht vernachlässigt werden, da sie ja nicht zu statistischen Aufstellungen, sondern als Mittel zur größten Hilfeleistung durchgeführt werden. Treten solche unklaren Fälle auf, so ist das Blut der Hygienischen Untersuchungsstelle des betreffenden Wehrkreises zur endgültigen Feststellung einzusenden. Ist das infolge Zeitmangels nicht möglich, so ist bei der Eintragung im Soldbuch so zu verfahren, daß neben der festgestellten A die noch mögliche Blutgruppe AB, in Klammer gesetzt, eingetragen wird. So wird der Arzt an der Front eine erneute Blutgruppenbestimmung vornehmen oder auf alle Fälle die früher angeführte biologische Vorprobe langsam und vorsichtig durchführen.

Sicher ist, daß dieser hohe Zuverlässigkeitsgrad der Blutgruppenbestimmung mittels der Objektträgermethode nur möglich ist, wenn neben der Verwendung der Seren A und B das Testserum O mitverwendet wird. Diese schon vor Jahren von der Heeressanitätsinspektion empfohlene zusätzliche Prüfung mit dem Testserum O ist heute eine Selbstverständlichkeit. Abgesehen von der klaren und raschen Feststellung der Blutgruppe gibt sie dem Untersuchenden das nicht zu unterschätzende Gefühl der Sicherheit. Tritt in allen drei Seren Agglutination ein, haben wir Blutgruppe AB; agglutinieren im Serum O und B bzw. im Serum O und A die Blutkörperchen, so haben wir im ersten Fall die Blutgruppe A, im zweiten Fall die Blutgruppe B vor uns und ist endlich weder im Serum O noch im Serum A und im Serum B Ballung nachweisbar, so liegt die Blutgruppe O vor.

Die Blutgruppenbestimmung im Standort Schweidnitz — seit Beginn des Krieges sind es viele Tausende — wurden von einer stets gleichbleibenden Kommission, bestehend aus einem Arzt und zwei

Assistentinnen, durchgeführt. Dazu kamen die jeweils vom betreffenden Truppenkrankenrevier gestellten Sanitätsmannschaften zur manuellen Hilfeleistung.

Der Gang der Blutgruppenbestimmung ist kurz folgender: An der Breitseite des Tisches sitzt der die Blutgruppe bestimmende Arzt, an den beiden Schmalseiten, rechts und links von ihm, die beiden Assistentinnen, vor sich eine Anzahl Objektträger, die in bestimmter Reihenfolge mit den drei Seren A, B und 0 beschickt sind. In fortlaufender Folge treten die Soldaten, mit mit Äther gereinigtem Ohrläppchen, das bereits von einem Sanitätssoldaten mit dem Schnepper angestochen ist, abwechslungsweise zu einer der beiden Asistentinnen, reichen dem Arzt das Soldbuch, der es entsprechend der Seite des zugehörigen Soldaten legt. Während er die Prüfung des einen Objektträgers, die Eintragung in das Soldbuch mit roter Tinte vornimmt und sich durch kurzen Aufruf des Namens nochmals von der Identität des Besitzers überzeugt, hat die andere Assistentin inzwischen Blut genommen, es den Seren beigefügt, leicht geschüttelt und kann den Objektträger bereits ablesefertig dem Arzt übergeben. So ist außer dem Arzt und den beiden geschulten und zuverlässigen Assistentinnen nur wenig Hilfspersonal erforderlich; vor allem hat der Arzt sich nur auf die Beurteilung und das Eintragen der festgestellten Blutgruppe zu konzentrieren. Der Gang der Untersuchung fließt ununterbrochen, der Einzelne hat nur seine begrenzte Tätigkeit auszuführen, was für die Sicherheit des Ergebnisses von hoher Bedeutung ist.

Mit diesem Arbeitslang wurden durchschnittlich 150 bis 180 Blutgruppenbestimmungen in der Stunde vorgenommen. Die Methode ist schnell und sicher; der Arzt verfügt über eine entsprechende Schulung des Blickes, so daß ihm Fehlbestimmungen, die einem mangelhaft Geübten vorkommen können, nicht mehr unterlaufen; ich denke hier an die physikalische Erscheinung der Geldrollenbildung. Weiter ist die Kälteagglutination zu erwähnen, die allerdings ohne wesentliche Bedeutung ist, da sie nur bei Temperaturen zwischen 0 Grad und plus 15 Grad auftritt und die Blutgruppenbestimmungen ja wohl immer bei Zimmertemperatur durchgeführt werden. Auch falsche Agglutination, wie sie bei mangelhaften Seren mit nicht genügend hohem Agglutinationstiter auftritt, ist auszu-

schließen, da auf Anordnung des Reichsministers des Innern laut Runderlaß vom 4. 7. 1938 bei der Blutgruppenbestimmung immer mindestens ein staatlich geprüftes Testserum zu verwenden ist; und bei der staatlichen Prüfung der Seren werden diese auf ihre Sterilität, Spezifität und ihren Agglutinationstiter kontrolliert.

Kurz erwähnt sei noch, daß es sog. defekte Blutgruppentypen gibt, die allerdings so selten sind, daß ihnen praktisch keine Bedeutung beizumessen ist.

Auch die vorderen Sanitäts-Einheiten sind mit dem Material zur Blutgruppenbestimmung nach der Objektträgermethode ausgerüstet.

Sollte jedoch einmal der Notfall eintreten, die Verträglichkeit von Spender- und Empfängerblut ohne Testsera zu prüfen, so geschieht dies mit der direkten Methode. Ein Tropfen Empfängerblut wird mit einem Tropfen Spenderblut auf einem Objektträger vermischt; dann wird einige Minuten gewartet und festgestellt, ob Zusammenballung eingetreten ist. Ist dies der Fall, so scheidet der Spender sofort aus; kommt er jedoch in Betracht, so ist in diesem Fall unter allen Umständen die Oehleckersche Vorprobe anzustellen.

Kommen wir zu Punkt 2, der, wie bereits Eingangs erwähnt, die raschere Entwicklung der Bluttransfusion beeinträchtigte, zur Gerinnung des Blutes. Trotz peinlichster Sterilisation der Transfusionsgeräte und größter Asepsis war es immer wieder zur Blutgerinnung gekommen. Eine Unzahl von Apparaten wurde konstruiert, eine Menge neuer Methoden wurden ausgearbeitet, deren Wiedergabe allein ein Buch füllen würde.

Der Zusammenhang erfordert jedoch einen Überblick.

Zwei Methoden beherrschen das Bild. Die direkte Methode: Hierzu gehören alle Methoden, bei denen das native Blut durch direkte Verbindung der Blutgefäße von Spender und Empfänger, oder durch rasches Überleiten durch ein kurzes Schaltstück, oder mittels Apparaten aus gerinnungshemmendem Material übertragen wird.

Es ist bei uns jungen Ärzten schon in Vergessenheit geraten, welch große Bedeutung die direkte Übertragung, nämlich direkt im wörtlichen Sinn, durch Verbindung der Blutgefäße mittels Gefäßnaht oder durch kurzes Schaltstück einmal besessen hat. Doch waren es vorwiegend größere klinische Betriebe, wo sie Anwendung fand.

da sie praktisch zu umständlich war und bereits ein ziemliches chirurgisches Können erforderte. Sie hat heute ihre Bedeutung verloren.

Ihr folgt die häufig angewandte und auch heute noch bei zahlreichen Anhängern der direkten Methode geübte Art der Übertragung durch den Oehlecker'schen Apparat, wobei mittels eines Zweiwegehahnes das Blut vom Spender zum Empfänger gepumpt wird. Durch Umstellung des Hahnes nach 50 ccm Übertragung und Aufsetzen einer mit 20 ccm physiologischer Kochsalzlösung gefüllten Spritze wird das Überleitungssystem in bestimmten Abständen zur Verhinderung der Gerinnung durchspült. Doch blieb diese Methode vorwiegend den chirurgischen Kliniken und Krankenhäusern vorbehalten.

Ebenso hat die Methode nach B e c k sich in Deutschland sehr viele Freunde erworben. Das Prinzip des Beck'schen Apparates beruht darauf, daß das in einem Empfänger und Spender verbindenden Gummischlauch befindliche Blut durch eine rotierende Walze infolge Zusammenpressens des Gummischlauches nach dem Empfänger zu gepreßt wird, während in den leeren Teil des Gummischlauches infolge Saugwirkung das Blut vom Spender her nachströmt. Ein Mehrwegehahn zur Durchspülung mit physiologischer Kochsalzlösung ist auch an diesem Apparat angebracht. Die Menge des übertragenen Blutes ist aus der Zahl der Umdrehungen der rotierenden Walze ersichtlich. Der Apparat ist einfach zu handhaben, jedoch hat auch er, wie der Oehlecker'sche Apparat, den Nachteil, daß eine getrennte Lagerung von Spender und Empfänger in verschiedenen Räumen nicht möglich ist.

Einer der neuesten Apparate zur direkten Übertragung ist der im April 1938 auf dem Chirurgenkongreß in Berlin ausgestellte „Automatische Bluttransfusionsapparat mit Ventilen". Das Prinzip des Apparates ist so, daß durch Hochziehen bzw. Niederdrücken des Kolbens der Rekordspritze ein selbständiges Öffnen und Schließen von Ventilen bewirkt wird, sodaß fortlaufend immer 20 ccm Blut, das Fassungsvermögen der Rekordspritze, vom Spender her angesogen, bzw. zum Empfänger gedrückt wird. Es ist also eine Saug-Druck-Pumpe, die in einer Richtung vom Spender zum Empfänger hin automatisch mit Ventilen arbeitet. Ein seitlich angebrachter

Hahn ermöglicht die Durchspritzung mit Kochsalz. Den Angaben nach soll der Apparat eine Menge Vorteile in sich vereinen.

Die Übertragung des Blutes mittels Apparaten, deren Wandbeschaffenheit die Gerinnung des Blutes für eine bestimmte Zeit verhindert, gehört noch zur Methode der direkten Übertragung.

Die Herstellung der gerinnungshemmenden Paraffinschicht des Glaszylinders, wie es das Verfahren von Kimpton-Brown-Percy erfordert, verlangt peinlichste Sorgfalt und nimmt eine ist Auffangbecher und Spenderbürette, die aus gerinnungsverzögerndem Athrombit bzw. Bernstein hergestellt sind, im Anschaffungs-Menge Zeit in Anspruch. Die Apparatur der Bechertransfusionsmethode nach Lampert und Neubauer ist zwar einfach, doch preis sehr hoch. Beide Methoden haben den Nachteil, daß die Transfusion rasch durchgeführt werden muß, daß also, um das Blut vor der Gerinnung zu bewahren, die Transfusion nur von geübter Hand ausgeführt werden kann.

Von Bayer ist das Transfusionsgerät nach Lampert und Neubauer in zweckmäßiger Anordnung und passender Verpackung in einer Kiste für die Verwendung im Kriege zusammengestellt worden.

Nicht unbeachtet soll eine erst 1938 erwähnte Methode sein, deren Einfachheit gegenüber anderen Methoden gerühmt wird; die Zweispritzenmethode. Zwei Spritzen sind mit physiologischer Kochsalzlösung durchspritzt, Innenwand und Kolben dünn mit Paraffin überzogen. Die mit Spenderblut gefüllte Spritze wird dem Arzt, der das Blut dem Empfänger transfundiert, gereicht. Die entleerte Spritze geht zum Hilfspersonal, das sie erneut mit physiologischer Kochsalzlösung durchspült, die Innenwand neu paraffiniert und dann dem Arzt beim Spender weiterreicht.

Das einzig Einfache dieser Methode ist der „Transfusionsapparat", der eben aus zwei Rekordspritzen besteht; aber wo sind im Felde — und diese Methode wird vom Verfasser als sehr brauchbar für Feldverhältnisse empfohlen — zwei Ärzte, die soviel Zeit haben, daß sie beide an einer Transfusion arbeiten können, wo sind die geschulten, unbedingt zuverlässigen Sanitäter, die die Spritze reinigen, durchspülen, neu paraffinieren und Kolbenhemmungen beseitigen müssen?

Es leuchtet ein, daß diese Methode für den Gebrauch im Felde von vorneherein als untauglich abzulehnen ist.

Dieser kurze Überblick der Methoden der direkten Blutübertragung und der dazu erforderlichen Apparate lassen folgendes Urteil über ihre Verwendungsmöglichkeit im Felde zu: Die Methode der direkten Bl.T. ist vorwiegend dem Feld- und Kriegslazarett, in der Heimat den entsprechenden Reserve-Lazarettabteilungen und dem mit der Methode vertrauten Arzt vorbehalten. Der dort arbeitende Arzt, der oft Spezialarzt ist, ist geschulter in der Handhabung der Apparate, das Hilfspersonal, die technischen Vorrichtungen und Hilfsmittel sind vorhanden, die Lagerung von Spender und Empfänger in einem Raum wird möglich sein, alles Dinge, über die der Arzt der vorderen Sanitäts-Einheiten meist nicht verfügt. Und es darf nicht vergessen werden, daß es für den spendenden Soldaten oft eine erhebliche psychische Belastung ist, wenn er, wie es die direkte Bl.T. außer der Becher-Methode erfordert, über die Dauer der Bl.T. neben dem schwerverletzten, oft vielleicht sterbenden Kameraden zu liegen hat.

Selbstverständlich ist immer diejenige Methode die beste, die am besten beherrscht wird. Und da die Anhängerschaft sowohl der direkten, als der indirekten Methode groß ist, so ist, um den Erfordernissen gerecht zu werden, auch den vorderen San.-Einheiten je ein Apparat zur direkten und indirekten Bl.T. beigegeben. Das ist eine Vorsichtsmaßregel, die allem und allen gerecht wird, wie es ja im Krieg auch notwendig ist. Die einfachere Methode, sowohl was Apparat als Ausführung anbelangt, die meist bequemere und für Spender und Empfänger weitaus angenehmere, ist für die vorderen San.-Einheiten die der indirekten Transfusion.

Bei der indirekten Methode handelt es sich um die Übertragung von Blut, das dem Spender entnommen, in einem Gefäß gesammelt, dort durch Zusatz bestimmter Chemikalien für eine gewisse Zeit ungerinnbar gemacht und dann dem Empfänger infundiert wird.

Die älteste Methode der indirekten Blutübertragung ist die Verwendung defibrinierten Blutes. Das der Vene entnommene Blut wurde in einem sterilen Glasgefäß 15—20 Minuten lang geschlagen oder geschüttelt; das so defibrinierte Blut nach Durchseihen durch

eine vielfache Gazeschicht, oft nach Verdünnung mit physiologischer Kochsalzlösung, dem Empfänger infundiert. Diese Methode wurde besonders im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts von L a n d o i s erforscht und angewandt. Früh wurde auch versucht, durch Hinzufügen entsprechender Mittel zum Blut dessen Gerinnungsfähigkeit herabzusetzen oder aufzuheben. Das Hinzufügen von Ätznatron und Blutegelextrakt sei hier erwähnt.

Es konnte jedoch keine zufriedenstellende Methode ausgearbeitet werden bis zum Jahre 1914, wo fast gleichzeitig von drei verschiedenen Forschern über die gerinnungshemmende Wirkung des Natriumcitrates berichtet wurde. Die Einführung des Natriumcitrat-Zusatzes war für die indirekte Methode so bahnbrechend, seine Verwendung und Beliebtheit ist heute noch so groß, daß sie genau berichtet werden soll; sie ist für viele Ärzte einfach d i e Methode geworden und bis heute geblieben, obschon sie während der letzten Jahre durch die Verwendung neuer, angeblich besserer Zusatzmittel etwas verdrängt wurde.

Selbstverständlich sind auch hier verschiedenartige Apparate konstruiert worden, die, wie z. B. der von B r i n e s, mit ihren gekoppelten Flaschen und Schläuchen ein kompliziertes System darstellen. Die normale Apparatur ist jedoch so einfach, daß darin ein wesentlicher Grund für die Beliebtheit und ein Hauptvorteil der indirekten Methode zu sehen ist.

Der Gang der Citrat-Bl.T. ist folgender: In einen Erlenmeyer-Kolben werden 25 ccm einer 2,5% Natr.Citr.Lösung gebracht, der unter Rühren mit einem Glasstab 250 ccm Blut beigemischt werden. Erneut werden 25 ccm derselben Natr.Citr.Lösung zugegossen, dann wiederum 250 ccm Blut bis zum Erreichen der gewünschten Blutmenge. Der Kolben wird in ein Wasserbad von etwa 40 Grad gestellt oder durch Umhüllung mit warmen Tüchern vor dem Abkühlen geschützt. Um eventuell vorhandene Gerinsel abzufangen, wird das Blutgemisch durch eine vielfache Gazeplatte geseiht und dann infundiert.

Die Ansichten über die Menge des die Gerinnung verhindernden Natriumcitrates sind in Deutschland ziemlich einheitlich. Zu einer Übertragung von 500 ccm Blut halten wir nomalerweise einen Zusatz von 60 ccm einer 3%igen Natriumcitratlösung für erforderlich.

In Amerika, wo als Transfusionsmethode die indirekte Methode mit Natriumcitrat weitgehendst das Feld beherrscht, gehen die Ansichten über die erforderliche Menge des zuzusetzenden Natriumcitrats stark auseinander. Teils werden auf 500 ccm Blut 20 ccm einer 10%igen Natriumcitratlösung berechnet, andere halten für dieselbe Menge Blut 150 ccm einer 1%igen Natriumcitratlösung für das Beste.

Es ist selbstverständlich besser, Nativblut zu übertragen, als durch Chemikalien verändertes. Die Herabsetzung der Gerinnungsfähigkeit des Blutes, die Verminderung der phagocytären Kraft der weißen Blutkörperchen, die Störung des kolloidalen Gleichgewichtes des Blutes durch Fällung des Blutkalkes und die posttransfundalen Späterscheinungen nach Citratbluttransfusionen sind erwiesene Tatsachen.

Die Verwendung reinen Blutes ist ohne Zweifel ein Vorteil der direkten Methode; jedoch die vielen schönen Erfolge der Natriumcitratmethode verbunden mit ihrer einfachen Handhabung, die auch dem nicht chirurgisch geschulten Arzt die Ausführung der Bluttransfusion erleichtert, und dem niederen Anschaffungspreis der Apparatur, haben den begreiflichen Aufschwung dieser Methode verursacht.

Doch wurde natürlich schon frühzeitig versucht, andere blutgerinnungshemmende Mittel zu finden, welche diese physiologischen Nachteile der indirekten Methode auszugleichen imstande waren.

So sind es bereits über zwei Jahrzehnte her, daß von H o w e l l ein Stoff gefunden wurde, der die Gerinnung des Blutes zeitlich begrenzte. Er nannte ihn, da er ihn aus der Leber darstellen konnte, Heparin. Obwohl seine gerinnungshemmende Wirkung bekannt war, H o w e l l nannte es auch Antithrombin, beschäftigte sich die Forschung vorwiegend mit der chemisch-physiologischen Seite dieses Stoffes und erst in den letzten Jahren wurden, vorwiegend von schwedischen Forschern, seine praktischen Anwendungsmöglichkeiten erprobt und bekanntgegeben. In Deutschland war es vor allem C l e m e n s, dem wir genaue Angaben über die praktische Verwendungsmöglichkeit des Heparin bei der Blutübertragung verdanken.

Die chemische Zusammensetzung ist noch nicht völlig geklärt. Jorpes und seine Mitarbeiter haben als wesentlichsten Bestandteil Schwefel gefunden, und nahmen an, daß es sich um eine Mukoitinpolyschwefelsäure handelt. Heparin ist eine körpereigene Substanz, die in der Leber, den großen Gefäßen und der Lunge vorkommt. Gebildet wird sie nach den Befunden von Holmgreen, einem Mitarbeiter von Jorpes, in den großen Mastzellen, also in der Leberkapsel und in der Wandung der Gefäße. Physiologisch spielt es also sicher bei der Aufrechterhaltung der flüssigen Konsistenz des Blutes eine Rolle und zwar derart, daß es mit dem Prothrombin, der Vorstufe des Fibrin, eine Bindung eingeht und so die Gerinnung verhindert.

Wie schon oben erwähnt, hat Clemens die praktischen Anwendungsmöglichkeiten des Heparins, wie sie in der zeitweisen Gerinnungsverhinderung bei der indirekten Blutübertragung gegeben sind, erprobt, und zusammen mit der chemischen Fabrik Promonta aus dem aus der Tierleber gewonnenen Heparin ein Präparat hergestellt, das unter dem Namen „Vetren" zur Verwendung bei der Bl.Tr. in den Handel gebracht wurde. Zahlreiche Untersuchungen und immer wiederkehrende Berichte bestätigen die Überlegenheit des Vetren gegenüber dem Natrium citricum. Während Natrium citricum durch Fällung des Blutkalkes wirksam ist und so eine Veränderung in der Zusammensetzung der Blutflüssigkeit hervorruft, wirkt Vetren in physiologischer Weise und läßt die Blutzusammensetzung unbeeinflußt. Dies ist der größte Vorteil des Vetren.

Ein weiterer Vorteil liegt darin, daß bereits mit kleinsten Mengen Vetren die beabsichtigte Wirkung erzielt wird. Zur Übertragung von 500 ccm Blut sind 60 ccm einer 3%igen Natriumcitratlösung erforderlich, während als Vetrenzusatz für 450 ccm Blut nur 6 ccm notwendig sind. Die Dosierung ist auf Grund von Blutuntersuchungen so eingestellt, daß 2 ccm Vetren 150 ccm Blut für zwei Stunden ungerinnbar machen.

Als vorteilhaft ist auch die sofortige Verwendbarkeit des Vetrens anzusehen, das in Ampullen mit genau dosiertem Inhalt vor uns liegt, während wir die Natriumcitratlösung vor der Blutentnahme erst selbst herstellen müssen. Aus zahlreichen Berichten geht weiter hervor, daß die Verträglichkeit des Vetrenblutes ganz ausgezeichnet

ist. Veränderungen des Blutbildes, der Blutsenkung, der Blutungszeit treten nicht ein. Lediglich eine geringe Verzögerung der Blutgerinnung von 1—2 Stunden ist bei schnellen Transfusionen feststellbar. Aber diese Verlängerung der Gerinnungszeit spielt praktisch keine Rolle, denn Vetrenblutübertragungen während und im Anschluß an Operationen, sowie bei Magenblutungen haben gezeigt, daß es dadurch beim Empfänger zu keiner erhöhten Blutungsbereitschaft kommt. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß Heparin bzw. Vetren vom Gewebesaft zerstört wird, sodaß bei Verletzungen (Operationen), also an Stellen, wo gerade viel Gewebesaft vorhanden ist, das im Blut befindliche Vetren nicht wirken kann, also eine Nachblutung auf Grund der gerinnungsverlängernden Wirkung des Vetren ausgeschlossen ist.

Es ist im Vetren ein gerinnungshemmendes Zusatzmittel zum Zwecke der Bl.Tr. gefunden, das dem Natriumcitrat weit überlegen ist und dessen oben angeführte Vorteile seine immer größer werdende Beliebtheit rechtfertigen. Vetren ist bei der Wehrmacht eingeführt worden und steht den Sanitätsstaffeln zur indirekten Blutübertragung zur Verfügung.

Kurz erwähnt sei, daß von schweizer medizinischen Kreisen als Zusatzmittel „Heparin-Roche“ empfohlen wird, wovon für 100 ccm Blut nur 0,7 ccm einer 4%igen Lösung gebraucht werden.

Die praktischen Versuche mit Vetren wurden mit einem neuen Apparat, der Infusionsflasche von C l e m e n s, durchgeführt. Es ist dies eine graduierte Glasflasche, deren Verschluß aus einem durchbrochenen Gummistopfen besteht, durch den zwei verschieden lange Glasröhren in die Flasche ragen. Zur Transfusion wird das kürzere Glasrohr mit einem kurzen Gummischlauch verbunden und vor der Punktion der Spendervene mit Vetren durchgespritzt. Zur Übertragung aus dem Gefäß wird das lange Rohr mit einem langen Gummischlauch, beide ebenfalls mit Vetren durchgespritzt, mit der Empfängervene verbunden. Durch Hochstellen des Gefäßes fließt das Blut in die Empfängervene ein.

Der Apparat wird nach Gebrauch und Sterilisation mit einer Glaskappe geschlossen, die über den Hals der Infusionsflasche gestülpt und mit einer Spannfeder geschlossen gehalten wird.

Die Ausführung, die in kürzester Zeit erlernt werden kann, und die ganze Apparatur ist so einfach, dazu die Möglichkeit, den Apparat lange Zeit steril und sofort gebrauchsfertig zu haben, so wichtig, daß die Beachtung, die er auch in militärischen Kreisen erweckte, voll gerechtfertigt ist. Der Apparat von C l e m e n s erfüllt in weitgehendem Maße die an ein für den Kriegsfall brauchbares Transfusionsgerät gestellten Forderungen der steten Bereitschaft und der einfachen zuverlässigen Handhabung.

Die Ausrüstung auch der vorderen San.-Einheiten, der Sanitätskompanien und Feldlazarette mit Bl.Tr.-Geräten beweist klar den Willen, den in Frage kommenden Verwundeten die Hilfe der Bl.Tr. zukommen zu lassen. Und hier erhebt sich die bereits früher von maßgebender Seite gestellte Frage nach dem Vorhandensein der genügenden Anzahl von Spendern und gleichzeitig die Forderung nach Sicherstellung von Blut, da ja eine Transfusion nur aus Mangel an Spendern unmöglich gemacht werden kann; es wird nach einer größeren Kampfhandlung, bei breiter Anwendung der Bl.Tr. besonders bei den vorderen Sanitätseinheiten nicht immer möglich sein, genügend freiwillige Spender unter den Leichtverletzten zu finden

Die Beantwortung dieser Frage führt uns zu dem Gebiet der Bl.Tr. mit konserviertem Blut, deren Ausführung einen heftigen Streit über das Für und Wider hervorgerufen hat, deren Wert aber durch ihre Erfolge im spanischen Bürgerkrieg praktisch und eindeutig festgelegt wurde.

Aus der Literatur ist bekannt, daß die Engländer während des Weltkrieges in vereinzelten Fällen Transfusionen mit konserviertem Blut ausgeführt haben. Dann geriet die Methode stark in den Hintergrund und erst vor ungefähr einem Jahrzehnt erschienen Arbeiten mit klaren Angaben über konserviertes Blut, vor allem aus Rußland, Italien und der Schweiz. Ihre Bedeutung für den Kriegsfall wird in der folgenden Zeit immer wieder betont und durch ihre vielfache Anwendung im spanischen Bürgerkrieg weitgehendst erhärtet.

Sowohl auf rot-spanischer wie auf national-spanischer Seite wurden viele Tausende Bluttransfusionen mit konserviertem Blut vorgenommen. Während die rot-spanische Armee vier Spenderzentralen errichtet hatte, wurde auf national-spanischer Seite konserviertes

Blut vorwiegend aus dem Auslande beschafft. Übertragen wurde fast ausschließlich Blut der Gruppe 0 und nur in Katalonien, einem Gebiet, in dem die Gruppe A sehr häufig ist, kam auch konserviertes Blut der Gruppe A zur Anwendung. Zur Konservierung wurde das Blut mit einer 4%igen Natriumcitratlösung im Verhältnis 1 : 10 haltbar gemacht und 1 g Glucose beigegeben. Das Blut von 6 Spendern wurde gemischt, um die Gefahr der individuellen Reaktion zu vermindern. Die Dauer der Verwendbarkeit betrug 18 Tage bei einer Kühlschranktemperatur von 1 bis 2 Grad Wärme. Isotonische und isoionische Lösungen von Natriumcitrat, NaCl, KCl und $MgSO_4$ mit gleichen Teilen Blut gemischt blieben im Kühlschrank 30 Tage brauchbar. Ebenso hat sich die ausschließliche Verwendbarkeit der Gruppe 0 absolut bestätigt. Dabei ist sicher, daß die Universalspenderblut durch seine Mischung mit der Konservierungsflüssigkeit, besonders wenn sie im Verhältnis 1 : 1 geschieht, seine unangenehmen Eigenschaften für den Empfänger einer anderen Gruppe weitgehendst verloren hat. Außerdem wird nach Schiff das Isolysin nach längerer Aufbewahrungszeit im Serum zerstört, sodaß seine Wirksamkeit körperfremden Blutkörperchen gegenüber im Vergleich zum frischen Blut herabgemindert wird. Werden nun außerdem Universalspender mit hohem Agglutinationstiter des Serums ausgeschaltet und wird zum Schluß die Transfusion noch langsam ausgeführt, so sind damit dem konservierten Universalspenderblut auch bei der Verwendung für andere Gruppen jedwede Gefahren genommen.

Natürlicherweise fand die Übertragung konservierten Blutes auch ihre Gegner, die ihre Ablehnung mit den stark reduzierten biologischen Eigenschaften des konservierten Blutes gegenüber dem Frischblut begründeten; es soll nämlich konserviertes Blut nur zu knapp ⅓ frisches Blut ersetzen können. Es ist mir nicht möglich, einen wissenschaftlichen Gegenbeweis anzutreten, doch tun es eine Unzahl rettender Bluttransfusionen in einem mehrjährigen Bürgerkrieg, sowie ihre gelegentliche Anwendung an Kliniken zur Genüge. Über ihren ungeheuren Wert in einem langdauernden, opfervollen Krieg bestehen keine Zweifel.

Da das Ausland uns mit seinen Versuchen mit konserviertem Blut vorangegangen ist, haben wir die Grundbestandteile der Konservie-

rungsflüssigkeit im Wesentlichen übernommen. In den vorliegenden Berichten über Konservierungsversuche mit Vetren wird dessen Vorzug gegenüber ausländischen Konservierungsflüssigkeiten, vor allem in Bezug auf die Dauer der Verwendbarkeit des Blutes hervorgehoben. Und zwar wurde klinisch festgestellt, daß mit Vetren versetztes Blut noch nach vier Wochen gefahrlos verträglich war.

Doch scheint diese Frage noch nicht entschieden zu sein, da chemische Untersuchungen von anderer Seite ergaben, daß Konservierungslösungen von organischen Salzen denen von organischen Substanzen überlegen seien, da bei letzteren Hämolyse rascher und stärker auftrat.

Die Übertragung von Leichenblut, wie sie auf rot-spanischer Seite in vereinzelten Fällen ausgeführt wurde, hat vorwiegend wissenschaftliches Interesse. Allein der Gedanke daran läuft unserem natürlichen Empfinden in stärkstem Maße zuwider. Und doch müssen wir uns fragen, ob es nicht menschlicher ist, einem Schwerverletzten mit dem Blute eines eben verstorbenen Kameraden das Leben zu retten, als ihn selbst sterben zu lassen. Es kann sich dabei ja nur um seltenste Einzelfälle und dann um strengste Indikationsstellung handeln. Es spricht selbstverständlich jedem menschlichen Empfinden Hohn, wenn, einem ausländischen Bericht nach, das Sanitätspersonal dazu angehalten werden soll, Schwerverwundete und Sterbende solange zu beobachten, bis sie gestorben sind, um sie dann möglichst rasch der geeigneten Stelle zur Blutentnahme zuführen zu können.

Die Russen verfügen über eine reiche Erfahrung auf dem Gebiet der Übertragung von Leichenblut. Es sind 2000—3000 derartige Übertragungen während der letzten zehn Jahre in Rußland vorgenommen worden. Die Resultate sollen genau so gut sein, wie mit Frischblut. Zusätze von gerinnungshemmenden Mitteln sollen bis 6 Stunden nach dem Tode nicht erforderlich sein.

Wenn auch Blut, und vor allem frisches Blut, als Blutersatzmittel unangefochten die erste Stelle einnimmt, so wird doch in vielen Fällen seine Beschaffung erschwert sein, oder in Fällen starker Ausblutung, wo es sich vor allem um die sofortige Flüssigkeitszufuhr, um die Auffüllung des Kreislaufes handelt, seine Übertragung zuviel Zeit in Anspruch nehmen.

Erst vor kurzer Zeit erhärtete Schörcher durch zahlreiche Tierversuche, daß es beim akuten Blutverlust nicht darauf ankommt, dem Körper rote Blutkörperchen zuzuführen; seine Versuche zeigten nämlich, daß 15% eigenes Blut genügen, um den Sauerstoffaustausch aufrecht zu erhalten. Dem stehen allerdings die Ausblutungsversuche von Kronrich entgegen, der zu der Feststellung kam, daß der Verblutungstod kein Tod durch Schädigung des Herzens infolge Flüssigkeitsverlustes, sondern ein primärer Atemtod sei. Auch über die Wirksamkeit der einzelnen Blutersatzmittel herrschen Zweifel. An dem Hygienisch-Bakteriologischen Institut der Militärärztlichen Akademie wurden Untersuchungen über die Wirkung von Blutersatzmitteln an Versuchsreihen von je 100 Kaninchen angestellt, die zu dem Ergebnis führten, daß nach der Vollbluttransfusion die zusammengestellte Kochsalz-Traubenzuckerlösung die besten Erfolge zeigte. Die Erwartungen wurden nicht erfüllt von Kaninchenserum, während die Infusionen handelsüblicher Präparate — also die isotonischen Blutsalzlösungen Sterofundin, Tutofusin und Normosal — schlechte Ergebnisse zeitigten. Isotonische Kochsalzlösung lag in ihrer Wirksamkeit nahe beim Serum.

Die starke Wirkung der hypertonischen Lösung ist dadurch zu erklären, daß sich der ausgeblutete Körper im Blutkreislauf durch Zufuhr von Salzen aus den Geweben eine hypertonische Lösung schafft, um dadurch ein Nachströmen von Gewebsflüssigkeit in die Blutbahn, also ein Auffüllen der Blutgefäße zu bewirken, was durch die Einspritzung hypertonischer Lösung wesentlich gesteigert wird.

Durch Beobachtung des Blutbildes konnte Schörcher feststellen, daß sich diese bei Blutersatz durch Serum am raschesten erneuern und er kommt daraufhin zu dem Schluß, daß Serum oder Plasma die beste Blutersatzflüssigkeit darstelle.

Wird schon hier die Regeneration des Blutbildes als Maßstab für die Güte der Blutersatzflüssigkeit betont, so setzt Schörcher sich damit zu einer anderen Feststellung in seiner Arbeit, daß nämlich bei akutem Blutverlust nur die Auffüllung des Kreislaufes und nicht der Ersatz der roten Blutkörperchen notwendig wäre, in Widerspruch.

Schweizer Militärkreise dagegen empfehlen wieder die isotonischen Blutsalzlösungen wie Normosal, Tutofusin und Holofusin — letz-

teres ein schweizer Präparat — und sehen deren Vorteil in ihrer Haltbarkeit und Sterilität.

Auf dem ostasiatischen Kriegsschauplatz wurde neben Serum und gelegentlicher Anwendung von Ascitesflüssigkeit, deren Haltbarkeit mit drei Wochen angegeben wird, getrocknetes Blutpulver verwendet. Zur Infusion wird es in Kochsalz-Ringer- oder Traubenzuckerlösung aufgelöst und kann dann 25 Tage auf den menschlichen Organismus übertragen werden. Dabei brauchen infolge der völligen Zerstörung der roten Blutkörperchen die Blutgruppen nicht bestimmt werden.

Bei den vorderen San.-Einheiten wurde auf Grund der raschen Ausführbarkeit 30—50 ccm Spenderblut ohne vorherige Gruppenbestimmung und anschließend i. v. 500—1000 ccm Ringerlösung injiziert. Reaktionen durch das gruppenungleiche Blut sollen nicht beobachtet worden sein.

Ebenfalls vom Standpunkt der raschen Ausführbarkeit wurde bei der Versorgung der Verwundeten auf dem Panzerschiff „Deutschland" von Bluttransfusionen abgesehen. Zur Anwendung kamen Einspritzungen von hochprozentiger Traubenzuckerlösung (40%ig, teilweise aber auch 25%ig), die auf Grund der Hypertonie nach den osmotischen Gesetzen ein Übertreten der Gewebsflüssigkeit in die Gefäße und damit eine starke Blutverdünnung zur Folge hat. Zur Erhöhung der Traubenzuckerwirkung wurden gleichzeitig hohe Mengen Tutofusin subcutan gespritzt.

Zusammenfassend soll nochmals der große Wert konservierten Blutes betont werden. Abgesehen von seiner sofortigen Anwendbarkeit hat es den anderen Blutersatzflüssigkeiten gegenüber den Vorteil, daß es sich in seinen biologischen Eigenschaften und in seiner Wirkung am wenigsten von dem Nativblut entfernt; denn es ist nicht allein mit der Auffüllung des Kreislaufes getan, sondern die wichtigsten Bestandteile des Blutes müssen diesem möglichst rasch zugeführt werden. Seine Verwendungsfähigkeit scheint durch Schütteln nicht beeinträchtigt zu werden, da Erfahrungen zeigen, daß selbst nach Transporten auf der Eisenbahn im Automobil oder Flugzeug oft bis 2000 km das Blut verwendungsfähig blieb. Die Einspritzungen von hypertonischen Lösungen bei plötzlichem erheblichem Blutverlust haben jedoch ihre Berechtigung.

Dem Grundsatz, jeden Verwundeten an der richtigen und besten Stelle zur Versorgung zu bringen, soll auch bei der Bl.Tr. Rechnung getragen werden. Davon ausgehend sind auch jetzt die raschest erreichbaren Stellen, nämlich die vordersten Sanitätseinheiten, mit Transfusionsgeräten ausgerüstet.

Die Indikation zur Bluttransfusion steht fest. Sie ist in ihren wesentlichen Grundzügen nicht sehr verschieden von der im Frieden. Nur erhöht sich die Notwendigkeit ihrer Ausführung um ein Vielfaches.

Was im Frieden nur als verhältnismäßig seltene Indikation vorkommt, der akute Blutverlust auf Grund schwerer Verletzungen der Gefäße, ist im Kriege das Hauptanwendungsmoment der Bl.Tr., vor allem der vorderen Sanitätseinheiten.

Mit dem starken Blutverlust einhergehend und in seiner lebensbedrohenden Auswirkung von höchster Bedeutung ist der haemorrhagische Schock, der häufig noch von einem psychischen und traumatischen Schock begleitet wird. Hier braucht der Blutverlust nicht einmal so erheblich zu sein. Schwere und ausgedehnte Verwundungen, verbunden mit einer psychischen oder traumatischen Erschütterung, ergeben eine Störung des Gleichgewichtes, die sich vor allem auf den Blutkreislauf, und zwar durch eine Verminderung des Blutdruckes auswirkt. Hier ist die Bl.Tr. von höchster Wirksamkeit, da sie, außer einem Ausgleich des Blutverlustes, die Gefäßhypotonie beseitigt. Zu dieser Art von Verwundungen sind auch die schweren Verbrennungen zu rechnen, wie sie durch die Hitzeeinwirkung der Stichflamme explodierender Bomben, durch Flammenwerfer und durch die Explosion von Benzintanks entstehen.

Die Stützung des Kreislaufes, die Zuführung neuer Sauerstoffträger und die Hebung des Allgemeinzustandes durch die Bl.Tr. bei Einwirkung bestimmter Kampfgase ist ebenfalls Aufgabe der vorderen Sanitätseinheiten.

Die Indikation zur Bl.Tr. bei den hinteren Staffeln, bei den Kriegs- und Reservelazaretten, ist ebenfalls feststehend. Hier kommt sie als Haemostypticum bei Nachblutungen zur Anwendung, hier sind es schwere Infektionen jeder Art, seien sie von akuter Form, wie Gasbrand oder Gasödem, oder von langsamem Verlauf, wo der Verwundete oder erkrankte Soldat durch langdauernde Eiterung

anämisch wird und schwer in seinem Allgemeinbefinden leidet. Auch bei septischen Infekten sind Bluttransfusionen, besonders als wiederholte kleine Transfusionen angewandt, oft für die Heilung von ausschlaggebender Bedeutung. Doch sicher ist ihr Anwendungsgebiet als Vorbereitung zur Operation bei anämischen Verwundeten oder als Unterstützungsmittel nach operativen Eingriffen weitaus am größten.

Auch alle unsere Fälle von Bl.Tr. sind fast ausschließlich diesem letzten Gebiet zuzuteilen, da wir im Reservelazarett Schweidnitz II auf Grund unserer Lage im Hinterland nie frische schwere Verwundungen zu sehen bekamen. Seit Beginn der Feindseligkeiten wurden am Reservelazarett Schweidnitz II bei 11 erkrankten und verwundeten Soldaten 32 Bl.Tr. vorgenommen. Angewandt wurde in allen Fällen die indirekte Methode mit Natriumcitratzusatz unter Verwendung der bereits in den Krankenanstalten vorhandenen Apparate.

Zur klareren Übersicht, wann die Indikation zur Bl.Tr. gegeben war, wird ein kurzer Überblick der betreffenden Fälle angeschlossen. Vorangestellt werden Fälle, in denen es, trotz mehrfacher Bl.T., zum Exitus kam.

1. **Fall:** 20 J. alter Soldat mit schwerer Appendizitis und Peritonitis. Im Anschluß an die Appendektomie sowie am 2. Tage p. op. Übertragung von je 400 ccm Blut. Exitus an Herz- und Kreislaufschwäche.

2. **Fall:** 46 J. alter Soldat in schlechtem Allgemeinzustand mit doppelseitigem Pleuraempyem. Nach vorgenommener Rippenresektion Bl.T. von 500 ccm. Es gelang nicht den darniederliegenden Kreislauf zu stützen, sodaß der Soldat ad exitum kam.

3. **Fall:** 22 J. alter Soldat mit Nacken-Oberkieferdurchschuß und anschließend schwerer Blutung aus der a. maxillaris. In der Folgezeit langdauernde Wundeiterung. Nach 4 Wochen Auftreten eines metastatischen Lungenabszesses, an dessen Folgen der Verwundete ad exitum kam. Zur Blutergänzung und zur Stützung des Kreislaufes waren 3 Bl.Tr. ausgeführt worden.

4. **Fall:** 26 J. alter Soldat mit linksseitigem Nierendurchschuß. Nach der Exstirpation der Niere urämische Zustände infolge starker Anurie und Erhöhung des Restends (120). In den folgenden 10 Tagen wuden neben zahlreichen Traubenzuckertropfinfusionen 2× Blut übertragen. Die anfänglich stark sezernierende Wunde reinigte sich langsam; normale Harnausscheidung trat ein, der Restend wurde normal. Weiterer Verlauf o. B. Geheilt entlassen.

5. **Fall:** 28 J. alter Soldat mit Schußbruch des linken Oberschenkels. In der Folgezeit osteomyelitische Eiterung des linken Oberschenkels. Bei langsamer Abnahme des Kräftezustandes zunehmende Anämie. Einmalige Bl.T. von 300 ccm. Der Verwundete wurde mit fast geheilter Wunde in ein anderes Reservelazarett verlegt.

6. **Fall:** 32 J. alter Soldat; Granatsplitterverletzung beider Füße mit Zertrümmerung einiger Zehen und Mittelfußknochen. Bei langdauernder Eiterung zunehmende Anämie. Einmalige Bl.T. von 300 ccm. Der Verwundete wurde mit fast geheilter Wunde in ein anderes Reservelazarett verlegt.

7. **Fall:** 30 J. alter Soldat; Granatsplitterverletzung beider Unterschenkel mit Zertrümmerung der Unterschenkelknochen. Bei langdauernder Eiterung zunehmende Anämie. Die Wunden haben sich langsam gereinigt und sind jetzt in Abheilung begriffen. Die Brüche sind noch nicht völlig fest.

8. **Fall:** 22 J. alter Soldat mit Beckendurchschuß, rechts Bildung eines ausgedehnten Abszesses an der Beckenschaufel. Breite Inzision mit anschließend starker Nachblutung. Bl.T. von 300 ccm. Nach der folgenden Wundrevision mit Unterbindung der blutenden Beckenarterien erneute Bl.T. Bei langdauernder starker Eiterung mit Durchbruch derselben in das rechte Hüftgelenk starker Kräfteverfall und schwerste Schädigung des Allgemeinzustandes. Durch weitere 12 Bl.T. Hebung des Allgemein- und Kräftezustandes, Stützung des Kreislaufes und Beseitigung der Anämie. Die Lebensgefahr ist behoben, die Eiterung fast versiegt.

9. **Fall:** 30 J. alter Soldat mit Weichteilverletzung im Bereich der linken Kniekehle durch Granatsplitter. Dauernd mäßig starke Eiterung. Nach 14 Tagen starke Arosionsblutung eines Astes der a. poplitea, der unterbunden wurde. Anschließend Bl.T. von 500 ccm. Nach einigen Tagen erneute sehr starke Blutung mit bedrohlichem Nachlassen der Herzkraft; anschließend Unterbindung der a poplitea und nochmalige Bl.T. von 500 ccm. Infolge mangelhafter Ernährung des Fußes erfolgte Absetzung des Unterschenkels. Im Anschluß an die Operation erfolgte abermalige Bl.T. von 400 ccm. Mit fast geheiltem Stumpf in eine orthopäditische Lazarettabteilung verlegt.

10. **Fall:** 20 J. alter Soldat. Ausgedehnte Granatsplitterverletzung mit Zertrümmerung des proximalen Teiles des Wadenbeines. Wochenlange Eiterung mit Kniegelenksempyem und Röhrenabszeß am Oberschenkel, bei stetig zunehmendem Körperverfall. Bl.T. von 500 ccm; anschließend breite Spaltung des Abszesses. Da eine Heilung des Zertrümmerungsbruches nach der langdauernden Eiterung nicht mehr möglich war, wurde der Unterschenkel abgesetzt. Nach der Operation Übertragung von 500 ccm Blut. Nach Abheilung des Stumpfes erfolgte Verlegung in eine orthopädische Lazarettabteilung.

11. **Fall:** 26 J. alter Soldat. Resthöhle nach linksseitigem Pleuraempyem. Infolge langdauernder Eiterung starker Rückgang des Allgemeinzustandes. Im Anschluß an die vorgenommene Thorakoplastik erfolgte einmalige Übertragung von 400 ccm Blut. Geheilt entlassen.

Nur bei zwei Soldaten wurde also die Bl.T. ausgeführt wegen Erkrankungen, die keiner direkten Feindeinwirkung zuzuschreiben waren.

Diese beiden Fälle — und zu ihnen ist auch Fall 3 zu rechnen — kamen infolge ihrer schweren eitrigen Erscheinungen im Körperinneren bei gleichzeitig stark belastetem Kreislauf ad exitum.

Bei den restlichen 9 Soldaten handelte es sich durchwegs um Verwundete, die auf Grund einer langdauernden eitrigen Infektion anämisch und in ihrem Allgemeinzustand erheblich geschädigt worden waren. In all diesen Fällen — bis auf Fall 11 — waren es Verwundungen durch Granatsplitter, die infolge ihrer kantigen Beschaffenheit beträchtliche Zerreißungen des Gewebes verursacht hatten und damit eine der Grundlagen zu einer starken und langwierigen Eiterung schufen. Wir hatten keinen Verwundeten mit Schußverletzung, die so stark und nachhaltig geeitert hätte, daß eine wesentliche Schädigung des Allgemeinzustandes die Folge gewesen wäre. Meist heilten diese Verwundungen nach kurzer Eitersekretion ab.

Die Bluttransfusion wurde durchschnittlich bei einem Haemoglobingehalt von unter 50% vorgenommen. Sie diente häufig neben der Bekämpfung des septischen Zustandes und der Hebung des Allgemeinbefindens gleichzeitig als Vorbereitung zu einem chirurgischen Eingriff.

Selbstverständlich ist die Zahl der ausgeführten Bl.T. zu gering, um daraus ihren Wert durch eine neue Statistik erhärten zu können. Bestimmt wurde in Fall 4, 8 und 9 den Verwundeten durch die Bluttransfusion das Leben erhalten; in den übrigen Fälle wurde zumindest eine weitgehende Kräftigung des Allgemeinzustandes, Beseitigung der Anämie und Hebung der Widerstandskraft erzielt und somit dem geschädigten Körper eine Hilfe zur Überwindung der Infektion und damit zur Heilung gegeben.

Die Hilfe, die dem Arzt im Kriege durch die Bl.T. in die Hand gegeben ist, ist ungeheuer. Wie groß die Zahl der Soldaten ist, die auf dem Schlachtfeld durch Gefäßverletzung und Verblutung sterben, kann natürlich nicht genau festgestellt werden. Doch wird ihre Zahl während des Weltkrieges von verschiedenen Autoren mit 40 bis 50% angegeben. Ein erschreckend hoher Prozentsatz. Obwohl wir

wissen, daß der Verblutungstod bei den oft schweren Verwundungen meist sehr schnell eintritt, und auch bei rascher Hilfe eine Rettung häufig nicht mehr möglich ist, so kann doch die Bl.T. gerade in der Hand des Truppenarztes und der Ärzte des Truppenverbandplatzes und Hauptverbandplatzes von allergrößter Bedeutung für die Erhaltung des Lebens zahlreicher Verwundeter sein. Die hohe Bedeutung dieser Tatsache ist durch die Ausrüstung der vorderen Sanitätseinheiten mit dem nötigen Gerät und Material zur Blutgruppenbestimmung und mit Bluttransfusionsapparaten unterstrichen worden.

Zusammenfassung.

Es wurde über die Bluttransfusion, die zur Anwendung kommenden Apparate, sowie über Blutersatzflüssigkeiten unter besonderer Berücksichtigung der Erfordernisse im Kriege berichtet.

Für die Überlassung des Themas und für die Förderung bei seiner Bearbeitung bin ich Herrn Dozent Dr. Hesse zu ergebenstem Dank verpflichtet.

Literaturverzeichnis.

Apostoleanu: Die Blutübertragung von konserviertem od. Leichenblut usw. Der deutsche Militärarzt, 4. Jahrg., Heft 7.

Bandeira de Mello: Die Übertragung kons. Blutes in Kriegszeiten (Der deutsche Militärarzt, Jg. 5, H. 4).

Bayer: Vorschlag für die Einführung eines Bl.T.-Gerätes usw. (Zentralblatt f. Chirurgie, Jg. 67, H. 19).

Blasio: Blutspenderdienst in Nationalspanien (Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10).

Brandtner: Ein automatischer Bluttransfusionsapparat mit Ventilen. Der deutsche Militärarzt, 2. Jg., H. 10.

Breitner: Die Bluttransfusion.

Brekenfeld, F. W.: Über die Wirkung von Blutersatzmitteln, Der deutsche Militärarzt, Jg. 3, H. 2.

Bürkle de la Camp: Bluttransfusion im Kriegsfall usw., Zentralblatt für Chirurgie, 67. Jg., H. 19.

Clemens J.: Die Anwendung des Heparins zu Blutübertragungen, Deutsche Med. Wochenschr. 1938, Nr. 29.

Cokkalis: Postoperative Reaktion und Blutgruppenzugehörigkeit, Münchn. Med. Wochenschr. 1939, Nr. 6.

Cornelli F.: Transfusion konserviertes Blutes, Münchn. Med. Wochenschr. 1939, Nr. 26.

Franz C.: Die Transfusion von konserviertem Blut im Krieg, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10.

Freuchen Ib.: Vom 2. Internat. Kongreß f. Bluttransfusion, Der deutsche Militärarzt, 4. Jg., H. 7.

Gesetzl. Runderlaß: Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 30.

Grasreiner: An und hinter der rotspan. Front, Der deutsche Militärarzt, 4. Jg., H. 2.

Grob: Bluttransfusion unter bes. Berücksichtigung der Feldverhältnisse, Der deutsche Militärarzt, 2. Jg., H. 12.

Guskar: Übertragung unveränderten Blutes ohne Apparat, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 4.

Heim Wilh.: Die indir. Bluttransfusion mit Vetren, Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 30.

Jeanney G.: Prakt. u. Techn. Gestaltung d. Blutübertr., Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 3.

Internat. Kongreß, Rom 1936: Die Bluttransfusion.

Judin S.: Große Transfusionen mit Leichenblut, Münchn. Med. Wochenschr. 1939, Nr. 6.

Käfer: Reiseeindrücke und Erfahrungen in Japan und auf dem ostasiatischen Kriegsschauplatz, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 12.

Kigucki N.: Transfusion mit getrocknetem Blut, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg.,H. 10.

Knoflach J. G.: Über die therap. Bluttransfusion bei sept. Erkrkg., Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 15.

Knoll H.: Experim. Beitrag zur Frage d. Bluttr. im Felde, Der deutsche Militärarzt, 5. Jg., H. 4.

Lenggenhager K.: Wann und warum ist Leichenblut flüssig? Med. Klinik 1938, Nr. 41.
Magliulo: Die Bluttr. im modernen Krieg, Der Chirurg, 12. Jg., H. 1.
Mazza M. A.: Über Blutgruppen und Zufälle bei d. Transfus., Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10.
Morell Th.: Bluttr. im Felde, Der deutsche Militärarzt, 4. Jg., H. 7.
Oehlecker F.: Die Bluttransfusion.
Olbrich S.: Zur staatl. Prüfung d. Blutgruppentestseren, Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 20.
Pontani G. W.: Zur Frage der Technik d. Blutgruppenbestimmung b. Massenuntersuchungen, Der deutsche Militärarzt, 2. Jg., H. 1.
Raska K.: Transfusion konservierten Blutes, Der deutsche Militärarzt, 4. Jg., H. 7.
Rietz T.: Die Blutübertr. im Kriege, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 4.
Ritter A.: Blutersatz durch Bluttr. usw., Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10.
Sauerland: Ärztl. Erfahr. v. Bombenüberfall usw., Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 9.
Schäfer: Zum Wirkungsmechanismus d. Bluttr., Münchn. Med. Wochenschr. 1938, Nr. 17.
Schörcher: D. Bluttr. m. Vetren usw., Der deutsche Militärarzt, 4. Jg., H. 1.
Schreiber: Zur Technik d. Blutgruppenbestimmung bei Massenuntersuchg., Der deutsche Militärarzt, 1. Jg., H. 3.
Schrumpf A.: Die Bluttr. im Kriege, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 4.
Schürch D.: Zur Frage d. Bluttr. m. Heparin, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10.
Seedorf J.: D. Organisation d. Blutübertr. unter Kriegsverhältn, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 4.
Sokolowski T.: D. Bluttr. an d. span. Bürgerkriegsfront, Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 10.
Seggel Karl Ad.: Blutspenderorganisation u. Bluttr., Med. Welt 1939, Nr. 8.
Tretow Wilh.: Vorläufige Mitteil. üb. eine neue Bluttr.-Methode, Zentralblatt f. Chir. 1937, Nr. 51.
Wehrmedizin. Rundschau: Bluttransfusion.
Wetzel U.: Verhalten d. Blutmenge b. Blutübertr., Münchn. Med. Wochenschr. 1939, Nr. 22.
Wildegans H.: D. Bluttransf. in Theorie u. Praxis.
Zimmer G.: D. Bluttr. m. Vetren usw., Der deutsche Militärarzt, 3. Jg., H. 4.

Lebenslauf.

Am 23. 3. 1910 wurde ich in Pfalzgrafenweiler (Württbg.) geboren. Nach Besuch der Oberrealschule in Rottweil und in Ravensburg studierte ich vom Sommersemester 1929 an in Tübingen Medizin und bestand dort die ärztliche Vorprüfung. Während meiner klinischen Semester war ich an den Universitäten Breslau und München, wo ich am 16. Juli 1936 die ärztliche Staatsprüfung bestand. Mein praktisches Jahr begann ich am 1. 9. 1936 am Vereinskrankenhaus in Goslar und wurde nach dessen Beendigung als Assistenzarzt übernommen. Vom 15. 5. 1938 bis 31. 12. 1938 war ich als Volontärassistent an der Chirurgischen Abteilung des Krankenhauses Bethesda in Breslau tätig. Vom Februar 1939 bis zum Kriegsausbruch habe ich praktische Ärzte vertreten.